

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 特 許 公 報 (B 2)

(11) 特許番号

第2826564号

(45) 発行日 平成10年(1998)11月18日

(24) 登録日 平成10年(1998) 9月18日

(51) Int.Cl. ⁶	識別記号	F I	
F 0 2 D 41/14	3 1 0	F 0 2 D 41/14	3 1 0 K
			3 1 0 E
45/00	3 6 8	45/00	3 6 8 H

請求項の数 6 (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願平4-195115	(73) 特許権者	000006286 三菱自動車工業株式会社 東京都港区芝五丁目33番8号
(22) 出願日	平成4年(1992) 7月22日	(73) 特許権者	000006013 三菱電機株式会社 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号
(65) 公開番号	特開平6-74074	(72) 発明者	野間 一俊 東京都港区芝五丁目33番8号 三菱自動車工業株式会社内
(43) 公開日	平成6年(1994) 3月15日	(72) 発明者	加村 均 東京都港区芝五丁目33番8号 三菱自動車工業株式会社内
審査請求日	平成8年(1996)12月19日	(74) 代理人	弁理士 長門 侃二
		審査官	長谷川 一郎

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 酸素センサの故障判別方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】 内燃エンジンの排気ガス浄化装置の上流側の排気系に上流側酸素センサが配設される一方、排気ガス浄化装置の内部又は下流側の排気系に下流側酸素センサが配置され、それぞれが排気ガス中の酸素濃度を検出する酸素センサの故障判別方法において、内燃エンジンの所定運転状態時に前記下流側酸素センサが第1の所定期間に亘って燃料希薄状態を継続したとき、内燃エンジンの空燃比を理論空燃比より燃料過濃側の値に保持するセンサ故障判別期間を設け、このセンサ故障判別期間に、前記上流側酸素センサの出力値が第2の所定判別値より燃料過濃側の値を示すにも関わらず、依然として前記下流側酸素センサが第2の所定期間に亘って上記燃料希薄状態が継続したとき、前記下流側酸素センサが故障していると判定することを特徴とする酸素センサの故障

判別方法。

【請求項2】 前記第1の所定期間は、前記内燃エンジンの始動直後からの経過時間であることを特徴とする、請求項1記載の酸素センサの故障判別方法。

【請求項3】 前記第1の所定期間が経過したとき、内燃エンジンが所定の燃料供給停止運転状態又は該所定燃料供給停止運転状態から脱した直後の状態である場合、内燃エンジンがこの所定燃料供給停止運転状態から脱した時点から第3の所定期間の経過を待って前記センサ故障判別期間を設けることを特徴とする、請求項1又は2記載の酸素センサの故障判別方法。

【請求項4】 前記下流側酸素センサが燃料希薄状態から離脱した時点で、前記センサ故障判別期間を打ち切ることを特徴とする、請求項1ないし3の何れかに記載の酸素センサの故障判別方法。

【請求項5】 前記燃料希薄状態は、下流側酸素センサの出力値が第1の所定判別値より希薄側であることを特徴とする、請求項1ないし4の何れかに記載の酸素センサの故障判別方法。

【請求項6】 前記燃料希薄状態は、下流側酸素センサの出力値が第1の所定判別値より希薄側の値を示し、且つ、その出力値の変動が所定値以下であることを特徴とする、請求項1ないし5の何れかに記載の酸素センサの故障判別方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、内燃エンジンの排ガス浄化装置の上下流の排気系に配設される2つの酸素センサの出力に応じて空燃比を制御する空燃比制御装置の酸素センサの故障判別方法に関し、特に、排ガス浄化装置の下流側に配設される酸素センサの故障判別方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 内燃エンジンの排気通路に排ガス浄化装置、例えば三元触媒を配設し、その上流側と下流側のそれぞれに酸素センサを配し、2つの酸素センサの出力信号に応じてエンジンの空燃比を制御する、所謂「デュアルO₂ センサ方式」の空燃比制御装置が、例えば特開昭64-53043号公報により知られている。この方式の空燃比制御は、三元触媒の上流側の酸素センサ（フロントO₂ センサという）の出力値を基準判別値と比較し、その出力値が基準判別値以上では、空燃比をリーン化し、基準判別値以下ではリッチ化する一方、三元触媒の下流側に配設された酸素センサ（リアO₂ センサという）の出力値に応じてフロントO₂ センサの上述の基準判別値を、例えば排気ガス特性が最適値となる値にフィードバック補正するようにしている。

【0003】 このような空燃比制御装置において、O₂ センサに断線等の故障が生じると空燃比のフィードバック制御が不能となり、排気ガス特性が悪化したり、場合によってはエンジン停止に至るので、O₂ センサが正常に機能しているか常時監視して、断線等の故障を検出した場合にはオープンループ制御による空燃比制御を行ったり、リアO₂ センサだけが故障した場合には、上述したフロントO₂ センサの基準判別値のフィードバック補正を停止して、基準判別値として予め設定してある固定値を使用するようにしている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 ところで、三元触媒の下流側に配設されるリアO₂ センサの故障判別では、三元触媒の、所謂O₂ ストレージ効果によりリアO₂ センサが故障であるか否かを正しく判定することができない場合がある。例えば、長時間の燃料供給停止運転（フューエルカット運転）を行った後では、リッチ混合気をエンジンに数十秒継続して供給しても、上述のO₂ ストレ

ージ効果によりリアO₂ センサの出力がリーン混合気の供給を示す値に留まったままである場合が生じる。このような場合に、リアO₂ センサが断線しているとして誤判断を下す虞れがあった。

【0005】 このような誤判断を回避するために、従来のリアO₂ センサの故障判別では、空燃比フィードバック制御運転領域以外の、空燃比がリッチ化される運転領域において、エンジンが5秒程度連続運転された後に、リアO₂ センサの出力値をチェックして断線等の故障を判別していた。しかしながら、従来のこのような故障判別方法では、エンジンがワイドオープンスロットル（全開加速）運転状態、若しくは高速走行運転時（例えば、150km/hr以上の走行時）にしかリアO₂ センサの故障判別ができないことになり、内燃エンジンの排気ガス特性試験運転におけるモード運転では故障判定ができないばかりか、一般のエンジン運転時においても故障判別を行う機会が少なくなり、リアO₂ センサの故障検出が遅れるという不都合があった。

【0006】 本発明は、このような問題点を解決するためになされたもので、内燃エンジンがワイドオープンスロットル（全開加速）運転状態、若しくは高速走行運転状態になくても、断線等の故障判別が確実に、且つ、正確に行うことができるように図った酸素センサの故障判別方法を提供することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】 上記した目的を達成するために、本発明においては、内燃エンジンの排気ガス浄化装置の上流側の排気系に上流側酸素センサが配設される一方、排気ガス浄化装置の内部又は下流側の排気系に下流側酸素センサが配置され、それぞれが排気ガス中の酸素濃度を検出する酸素センサの故障判別方法において、内燃エンジンの所定運転状態時に前記下流側酸素センサが第1の所定期間に亘って燃料希薄状態を継続したとき、内燃エンジンの空燃比を理論空燃比より燃料過濃側の値に保持するセンサ故障判別期間を設け、このセンサ故障判別期間に、前記上流側酸素センサの出力値が第2の所定判別値より燃料過濃側の値を示すにも関わらず、依然として前記下流側酸素センサが第2の所定期間に亘って上記燃料希薄状態が継続したとき、前記下流側酸素センサが故障していると判定することを特徴とする酸素センサの故障判別方法が提供される。

【0008】 前記第1の所定時間は、好ましくは内燃エンジンの始動直後からの経過時間であり、この第1の所定時間が経過したとき、内燃エンジンが所定の燃料供給停止運転状態又は該所定燃料供給停止運転状態から脱した直後の状態である場合、内燃エンジンがこの所定燃料供給停止運転状態から脱した時点から第3の所定時間の経過を待って前記センサ故障判別期間を設けることが好ましい。

【0009】 また、好ましくは、前記下流側酸素センサ

が燃料希薄状態から離脱した時点で、下流側酸素センサは正常であると判定してセンサ故障判別期間を打ち切ることが望ましい。

【0010】

【作用】内燃エンジンの所定運転状態時に下流側酸素センサが第1の所定期間に亘って燃料希薄状態を継続したとき、下流側酸素センサが断線等により故障している可能性があることを意味する。このような場合に、内燃エンジンの空燃比を、O₂ストレージ効果を早期に解消するような、理論空燃比より燃料過濃側の値に強制的に保持するセンサ故障判別期間を設け、上流側酸素センサの出力値が第2の所定判別値より燃料過濃側の値を示していることを確認した後、この状態で依然として下流側酸素センサが第2の所定期間に亘って上記燃料希薄状態が継続したとき、O₂ストレージ効果による出力状態と明確に区別することができ、このような場合に下流側酸素センサが故障していると判定することができる。

【0011】

【実施例】以下、本発明の一実施例を図面を参照して詳細に説明する。図1は、本発明に係る酸素センサの故障判別方法が適用される内燃エンジンの空燃比制御装置の概略構成を示し、この制御装置はデュアルO₂センサ方式による空燃比制御方法を採用しており、例えば4気筒エンジン（以下単に「エンジン」という）Eに適用したものである。

【0012】エンジンEには、吸気弁4を介して各気筒の燃焼室1に通じる吸気マニホールド2および排気弁5を介して各気筒の燃焼室1に通じる排気マニホールド3を有しており、各気筒につながる吸気マニホールド2のそれぞれに、各吸気ポートに隣接して電磁式燃料噴射弁8が配設されている。吸気マニホールド2にはサージタンク2aを介して吸気管2bの一端が接続されており、吸気管2bの他端（大気開放端）にはエアクリーナ6が取り付けられている。そして、吸気管2bの途中にはスロットル弁7が配設されている。各燃料噴射弁8には図示しない燃料ポンプから燃圧レギュレータによって燃料圧が一定に調整された燃料が供給されるようになっている。

【0013】一方、排気マニホールド3の大気側端は集合排気管3aに接続されている。集合排気管3aの途中には三元触媒型の触媒コンバータ（排気ガス浄化装置）9が配設されている。そして、触媒コンバータ9の上流側の排気マニホールド3に、排気中の酸素量を検出する酸素センサ（これを「フロントO₂センサ」という）17が取り付けられている。また、触媒コンバータ9の下流側の集合排気管3aには、触媒通過後の残存酸素量を検出する酸素センサ（これを「リアO₂センサ」という）18が取り付けられており、これらのセンサ17、18には検出部を高温に保つヒータが備えられている。これらのセンサ17、18は電子制御装置（ECU）40の入力側に電気的に接続されており、電子制御装置40に各

酸素濃度検出信号を供給している。なお、リアO₂センサ18は、排気ガス浄化装置9内のコンバータ後流側に配置することもできる。

【0014】電子制御装置40は、詳細は後述するように上述した種々のセンサの検出信号に基づきエンジン運転状態に応じた燃料噴射量、即ち、燃料噴射弁8の開弁時間T_{INJ}を演算し、演算した開弁時間T_{INJ}に応じた駆動信号を各燃料噴射弁8に供給してこれを開弁させ、所要の燃料量を各気筒に噴射供給する一方、リアO₂センサ18の故障判別等を行なう。図2は、電子制御装置40の内部構成を示し、燃料噴射量の演算や本発明に係る酸素センサの故障判別を実行する中央演算装置（CPU）40a、各種センサからの検出信号を読み込み、信号の増幅、フィルタリング、A/D変換等を行なうと共に、CPU40aが行なった演算結果に基づいて燃料噴射弁8に駆動信号を出力する入出力インターフェイス装置40b、燃料噴射量の演算手順やリアO₂センサ18の故障判別手順等の演算プログラム、各種プログラム変数値や係数値等を記憶する記憶装置（RAM、ROM等）40c、種々の期間を計時するための外部カウンタ装置（タイマ）40d等により構成されている。

【0015】前述した各燃料噴射弁8は電子制御装置40の出力側に電気的に接続され、この電子制御装置40からの駆動信号により開弁され、詳細は後述するように所要量の燃料を各気筒に噴射供給する。電子制御装置40の入力側にはエンジンEの運転状態を検出する種々のセンサ、例えば前述したフロントO₂センサ17及びリアO₂センサ18の他に、吸気管2aの大気開放端近傍に取り付けられ、カルマン渦を検出することにより吸入空気量に比例した周波数パルスを出力するエアフローセンサ11、エアクリーナ6内に設けられ、吸入空気温度を検出する吸気温度センサ12、大気圧を検出する大気圧センサ13、スロットル弁7の開度を検出するスロットル開度センサ14、エンジンEの冷却水温を検出する水温センサ19、図示しないディストリビュータに設けられ、上死点あるいはその少し前の所定クランク角度位置を検出する毎にクランクパルス信号（TDC信号）を出力するクランク角センサ20、これもディストリビュータに設けられ、特定の気筒（例えば、第1気筒）が所定のクランク角度位置（例えば、圧縮上死点あるいはその少し前の角度位置）にあることを検出する気筒判別センサ、更に、図示しないが、スロットル弁7の全閉位置を検出するアイドルスイッチ、エアコンの作動状態を検出するエアコンスイッチ、バッテリー電圧を検出するバッテリーセンサ等のセンサが接続されており、これらのセンサは検出信号を電子制御装置40に供給する。なお、電子制御装置40はクランク角センサ20がクランク角で180°毎にTDC信号を出力することから、このTDC信号のパルス発生間隔からエンジン回転数N_eを検出することができる。また、電子制御装置40は気筒の点火

順序、即ち、各気筒への燃料供給順序を記憶しており、上述した気筒判別センサが前述の特定の気筒の所定クラック角度位置を検出することにより、次にどの気筒に燃料を噴射供給すればよいか判別することが出来る。

【0016】次に、電子制御装置40により上述した開弁時間 T_{INJ} の演算手順を図面を参照して説明する。

空燃比制御

電子制御装置40が開弁時間 T_{INJ} の演算して、燃料噴射弁8に燃料噴射を行なわせるには、図3乃至図6に示す、種々の燃料供給量補正係数を演算するメインルーチン、図7及び図8に示す、メインルーチンで使用されるフロントO₂センサ17の出力判別値 V_{IC} を、リアO₂センサ18の出力値でフィードバック補正するための判別値補正ルーチン、図9に示す、メインルーチンにおいてフィードバック補正係数 K_{FB} の演算に使用する積分補正項 I の演算を行なうための積分補正係数演算ルーチン、図10に示す、メインルーチンで演算した種々の補正係数値を用いて開弁時間 T_{INJ} を演算し、燃料噴射弁8に駆動信号を出力させるためのクラック角割込ルーチンの実行が必要である。

各種補正係数の演算

まず、第3図乃至第6図に示すメインルーチンについて説明すると、電子制御装置40は、イグニッションスイッチのオン時に一度だけ、ステップS10のRAM、インターフェイス等の初期化を行なった後は、他のルーチンが割り込み実行される場合を除いて、ステップS12以下の各ステップを繰り返し実行する。なお、ステップS10の初期化において、リアO₂センサ18の故障判定ルーチンにおいて使用されるフェール判定フラグ F_D も値0にリセットされる。

【0017】次いで、電子制御装置40は前述した各種センサの検出信号を順次取り込み、A/D変換等の入力情報処理を行う(ステップS12)。このステップで入力情報処理されるセンサ入力としては、水温センサ19が検出するエンジン冷却水温 T_w 、吸気温センサ12が検出する吸気温度 T_a 、大気圧センサ13が検出する大気圧 P_a 、フロントO₂センサ17及びリアO₂センサ18がそれぞれ検出する酸素濃度出力値 V_{O2F} 、 V_{O2R} 等が含まれる。入力情報処理した検出値は電子制御装置40に内蔵される記憶装置40cに格納記憶される。

【0018】次に、電子制御装置40はステップS13において、エンジンEが所定の燃料供給停止運転領域(フューエルカット運転領域)で運転されているか否かを判別する。この運転領域ではエンジンEは減速状態にあり、このような運転状態ではエンジンEに燃料を供給しない。ステップS13の判別結果が肯定(Yes)の場合には、ステップS14に進み、フューエルカットフラグ F_{FC} に値1をセットして、エンジンEがフューエルカット運転領域で運転されていることを記憶する。そして、次ぎにステップS15およびステップS16を実

行してフィードバック補正係数 K_{FB} の演算に使用する積分項 I を値0に、および空燃比がフィードバック制御によって制御されていないことを記憶するフラグ F_{WOFB} を値1にそれぞれ設定してエントリポイントM0から前述のステップS12に戻る。

【0019】一方、ステップS13における判別結果が否定(No)の場合には、図4のステップS18に進み、フューエルカットフラグ F_{FC} を値0にリセットして、エンジンEがフューエルカット運転領域で運転されていないことを記憶する。次いで、ステップS19において、空燃比補正係数 K_{AF} を除く各種補正係数値を演算して設定する。これらの補正係数値には、例えば、エンジン冷却水温 T_w に応じて設定される水温補正係数 K_W 、吸気温度 T_a に応じて設定される吸気温補正係数 K_{AT} 、大気圧 P_a に応じて設定される大気圧補正係数 K_{AP} 、バッテリー電圧に応じて設定される無効時間補正值 T_D 等が含まれる。

【0020】次の3つのステップS20～S22では、空燃比をフィードバック制御するかオープンループ制御するかを判別する。まず、ステップS20では、フロントO₂センサ17が正常に機能しているか否かを判別する。この判別は、フロントO₂センサ17が活性状態にあるか否かの判別、及び断線等の故障判別が含まれる。故障判別は、例えば、フロントO₂センサ17の出力電圧が所定の時間に亘り0Vないしは所定電圧(例えば、5V)以上が継続したか否かにより判別される。一方、活性状態の判別は、例えば、エンジン始動後センサ出力電圧が初めて基準電圧 V_{IC} 以上になったとき、活性状態になったと判定し、空燃比フィードバック制御中に所定時間(例えば、20sec)に亘り、上述の基準電圧 V_{IC} を横切らなかった場合には不活性と判定するものである。フロントO₂センサ17が正常に機能していなければ(判別結果が否定の場合)、オープンループ制御による空燃比制御が実行される。

【0021】ステップS21では、後述する空燃比リッチ化フラグ F_{AF} に値1が設定されているか否かを判別する。このフラグ F_{AF} は、リアO₂センサ18の故障判別を行なうために、エンジンEの空燃比を強制的に理論空燃比より燃料リッチ側の値に設定するためのものである。従って、フラグ値 F_{AF} が値1であればオープンループ制御による空燃比制御が実行される。

【0022】ステップS22では、エンジンEが所定の空燃比フィードバック制御領域内で運転されているか否かを判別する。この判別は、例えばエンジン回転数 N_e と吸気量 A/N とにより行われ、スロットル弁7が全開状態のワイドオープンスロットル運転領域、スロットル弁7が急速に開弁された加速運転領域、エンジン回転数 N_e が所定回転数以上、且つ、アイドルスイッチがオンである減速運転領域等の場合にはエンジンEが上述の所定空燃比フィードバック制御領域で運転されていないと

判定される。エンジンEが前述の空燃比フィードバック制御領域内に突入しても、吸入空気量が所定値以上になるまで待機する。また、フューエルカット運転直後の場合にも吸入空気量が所定値以上であるか否かを判別し、吸入空気量が所定値以下の場合には空燃比フィードバック制御が禁止される。

【0023】フィードバック制御により空燃比制御を行なう場合には、図5のステップS24に進み、フロントO2センサ17の出力値V02Fが基準判別値VICより燃料リーン側の値（V02F < VIC）であるか否かを判別す

$$KFB = 1.0 + P + I$$

ここに、Iは、積分項（積分補正係数）であり、その値は、後述する積分補正係数演算ルーチンで演算される。図9は、上述の積分項値Iを設定する積分補正係数演算ルーチンを示し、このルーチンは、所定周期で割り込み実行されるが、クランク角センサ20が検出する所定クランク角位置で割り込み実行させるようにしてもよい。電子制御装置40は、まず、ステップS60において、フラグFWOFBが値1にセットされているか否かを判別する。このフラグ値が1であれば空燃比がフィードバック制御されていないことを意味する。このような場合には、積分項値の演算をせずに当該ルーチンを終了する。

【0025】一方、フラグFWOFBが値1に設定されていない場合はステップS62に進み、フロントO2センサ17の出力値V02Fが前述の判別値VICより小であるか否かを判別する。判別結果が肯定の場合には、空燃比をリッチ化するために、記憶装置40cに記憶されている積分項値Iにリッチ化積分補正係数である所定値ILRを加算し、これを新たな積分項値I（= I + ILR）として記憶する（ステップS64）。出力値V02Fが判別値VICより小である状態が継続すると、ステップS64が繰り返し実行され、積分項値Iはより大きい値に漸増していく。従って、リッチ化積分補正係数値ILRが加算される間は、フィードバック補正係数値KFBは大きくなって行き、リッチ化が促進される。一方、フロントO2センサ17の出力値V02Fが判別値VICより小でなければ、空燃比をリーン化するために、記憶装置40cに記憶されている積分項値Iにリーン化積分補正係数である所定値IRLを減算し、これを新たな積分項値I（= I - IRL）として記憶する（ステップS66）。出力値V02Fが判別値VICより大である状態が継続すると、ステップS66が繰り返し実行され、積分項値Iはより小さい値に漸減していく。従って、リーン化積分補正係数値IRLが減算される間は、フィードバック補正係数値KFBは小さくなって行き、リーン化が促進される。

【0026】図5に戻り、ステップS28において演算されたフィードバック補正係数値KFBは、空燃比補正係数KAFとして記憶され（ステップS29）、再び、前述したステップS12に戻る。一方、オープンループ制御

る。判別結果が肯定の場合には、フィードバック補正係数KFBの演算に使用する比例項値Pとして値（p/2）を設定し（ステップS25）、否定の場合には、（-p/2）を設定する（ステップS26）。そして、ステップS27において前述のフィードバック制御解除フラグFWOFBを値0にリセットした後、ステップS28に進み、フィードバック補正係数値KFBを次式(M1)により演算する。

【0024】

$$\dots\dots (M1)$$

により空燃比制御を行なう場合には、図6のステップS32に進み、前述した記憶装置40cに記憶されている空燃比（A/F）補正マップから、エンジン負荷（スロットル弁開度）とエンジン回転数Neとに応じた補正値KAFMを読み出す。この読出には従来公知の4点補間法等を適用してもよい。

【0027】次いで、再び、空燃比リッチ化フラグFAFが値1にセットされているか否かを判別する（ステップS33）。フラグFAFが値1にセットされていない場合には、ステップS36に進み、空燃比補正係数値KAFとして、ステップS32で読み出した補正値KAFMを設定する一方、フラグFAFが値1にセットされている場合には、上述のステップS32で読み出した補正値KAFMと、所定補正値KCLIP（例えば、1.20）とを比較し、補正値KAFMが所定補正値KCLIPより小であるか否かを判別する（ステップS34）。この補正値KCLIPは、空燃比を理論空燃比よりリッチ側の値に強制的に設定するための補正値であり、この補正値KCLIPにより空燃比が理論空燃比よりリッチ化されたときに、後述するリアO2センサ17の故障判別が実行される。補正値KAFMが所定補正値KCLIPより小である場合には、ステップS35に進み、空燃比補正係数値KAFとして所定補正値KCLIPを設定する一方、補正値KAFMが所定補正値KCLIP以上である場合には、前述のステップS36に進み、空燃比補正係数値KAFとして補正値KAFMを設定する。なお、リッチ化故障判定時における空燃比のリッチ化は、上述のような補正値KCLIPを使用するので、空燃比が無闇に過濃になる心配はない。

【0028】このように空燃比補正係数値KAFを設定した後、前述したステップS15、S16を実行して、フィードバック補正係数値KFBの積分項値Iを値0に、フラグFWOFBを値1にそれぞれ設定してステップS12に戻る。

判別値VICのフィードバック補正

図7は、前述したメインルーチンのステップS24においてフロントO2センサ17の出力判別に使用される判別値VICを、リアO2センサ18の出力値に応じてフィードバック補正する手順を示し、このルーチンは電子制御装置40によって所定の周期（例えば、25msec周期）

で繰り返し実行される。電子制御装置40は、まず、リアO2センサ18の出力値V02Rを読み込む(ステップS40)。この出力値V02Rは、センサ18の出力電圧をI/Oインターフェイス装置40bにより予め信号処

$$VF(n) = K \times VF(n-1) + (1-K) \times V02R \quad \dots\dots (B1)$$

ここに、Kは値1より小さい重み係数である。VF(n-1)は、前回演算値であり、上式による演算が終わると次の演算のために、記憶装置40cに記憶されている前回演算値VF(n-1)は今回演算値VF(n)に更新される(ステップS42)。次いで、出力演算値VF(n)と所定基準値VFとの偏差ΔVR(=VF(n)-VF)が演算され、記憶装置40cに記憶される(ステップS43)。そして、故障フラグFFに値1が設定されているか否かを判別する。この故障フラグFFは、リアO2センサ18の故障を記憶しておくためのプログラム制御変数であり、リアO2センサ18が故障している場合には値1に設定されている。リアO2センサ18が故障しており、フラグFFが値1である場合には、ステップS45に進み、判別値VICに所定値Loを設定して当該ルーチンを終了する。所定値Loは、例えば、中央値である0.5Vに設定された固定値である。このように、リアO2センサ18が故障しているときには、判別値VICは固定値に設定され、リアO2センサ18の出力値によるフィードバック補正は実行されない。

【0030】一方、リアO2センサ18が正常に機能しており、ステップS44の判別結果が否定の場合には、図8のステップS47に進み、空燃比がフィードバック制御されているか否かを判別する。この判別は、具体的には前述したフラグFWOFBが値0に設定されているか否かによって判別する。判別結果が肯定の場合には、ステップS48に進み、エンジンEが、リアO2センサ18による判別値補正適合運転領域で運転されているか否かを判別する。

【0031】エンジンEが空燃比フィードバック制御運転領域で運転され、しかもその領域がリアO2センサ18による判別値補正適合運転領域である場合、すなわち、ステップS47およびS48の判別結果がいずれも肯定である場合には、ステップS49に進み、フィードバック補正のための大きなゲインp1が選択され、補正係数Gpにその値p1が設定される(Gp=p1)。一方、エンジンEが空燃比フィードバック制御運転領域で運転されていないか(ステップS47の判別結果が否定)、運転されていてもリアO2センサ18による判別値補正適合運転領域で運転されていない場合(ステップ

$$T_{INJ} = T_B \times KAF \times K + T_D$$

ここに、KはメインルーチンのステップS19で設定した水温補正係数KWT、吸気温補正係数KAT等の補正係数の積値(K=KWT・KAT・・・)である。Tdは前述したバッテリー電圧等により設定される無効時間補正值である。そして、電子制御装置40は、このように設定した

理されている。そして、今回読み込んだ出力値V02Rを次式(B1)によりフィルタリング処理する(ステップS41)。

【0029】

S48の判別結果が否定)には、ステップS50に進み、フィードバック補正のための小さいゲインp2(p1>p2>0)が選択され、補正係数Gpにその値p2が設定される(Gp=p2)。

【0032】電子制御装置40は、上述のようにして設定した補正係数Gpと偏差ΔVRを用いて判別値VICを次式(B2)によりフィードバック補正する(ステップS51)。

$$VIC = Lo - Gp \times \Delta VR \quad \dots\dots (B2)$$

そして、ステップS52において演算した判別値VICが所定の上下限值範囲内の値であるか否かを判別し、上下限值範囲を外れる場合には、上限値或いは下限値に固定(クリップ)して当該ルーチンを終了する。

【0033】このように、リアO2センサ18が正常に機能している場合には、その出力値V02Rに応じてフロントO2センサ17の出力判別値VICがフィードバック補正されることになる。

開弁時間TINJの演算と燃料噴射弁の駆動

図10は、燃料噴射弁8の駆動のためのルーチンであり、180°毎のクランクパルスの発生時に割り込み実行される。このルーチンが割り込み実行されると、まず、フラグFFCが値1であるか否か、すなわち、エンジンEが所定のフューエルカット運転領域で運転されているか否かを判別する(ステップS70)。エンジンEがフューエルカット運転領域で運転されていると、エンジンEには燃料を供給しないので、このような場合には、何もせずに当該ルーチンを終了させる。

【0034】フラグFFCが値1でない場合には、ステップS71に進み、1吸入行程当たりの吸入空気量(A/N)を演算する。吸入空気量(A/N)は、前回のクランクパルスと今回のクランクパルスの間に発生し、エアフローセンサ11によって検出されるカルマン渦信号に基づく時間当たりの空気流量と、エンジン回転数Neとに応じて演算される。次いで、ステップS71で演算した吸入空気量(A/N)に応じ、これに定数を乗算して基本開弁時間TBが設定される(ステップS72)。そして、開弁時間TINJが次式(1)により演算される(ステップS73)。

【0035】

$$\dots\dots (1)$$

開弁時間TINJを噴射タイマ40dにセットし、このタイマをトリガすることによって燃料噴射弁8が開弁時間TINJに応じた期間だけ開弁し、開弁時間TINJに対応した燃料量を当該気筒に噴射供給する(ステップS74)。

リアO2 センサの故障判別

次に、上述のようにしてエンジンEに供給する燃料量、すなわち、空燃比をフロントO2 センサ17およびリアO2 センサ18によってフィードバック制御する空燃比制御装置における、リアO2 センサ18の故障判別手順について説明する。なお、このルーチンで使用するフェール判定フラグFDは、前述した通り、イグニッションスイッチをオンにした直後に実行されるメインルーチンにおいて、値1に初期化されている。

【0036】電子制御装置40は、まず、エンジンEが始動中、始動前、或いはエンジンストップにより停止しているか否かを判別する。判別結果が肯定の場合には、始動後タイマTASをリセットし（ステップS81）、当該ルーチンを終了する。一方、ステップS81の判別結果が否定の場合には、ステップS82およびS83によりリアO2 センサ18の出力値が、断線等によって異常であるか否かを判別する。すなわち、ステップS82では、リアO2 センサ18の出力値V02Rが、所定故障判別値Vsより燃料リッチ側の値であるか否かを判別し、ステップS83ではその出力値V02Rの変動が所定値ΔVsより小であるか否かを判別する。出力値V02Rの変動は、例えば前回検出値と今回検出の偏差の絶対値によって表される。

【0037】これらのステップの判別の何れかが否定の場合には、リアO2 センサ18は断線等により故障しているとは見做されず、正常に作動していると判定し、ステップS84に進む。このステップでは、後述する故障フラグFFを値0に、フェール判定フラグFDを値0にそれぞれリセットすると共に、警報灯（アラーム灯）を消灯にしたままの状態に保持する。そして、ステップS85に進み、空燃比リッチ化フラグFAFを値0にリセットすると共に、後述するリッチ化タイマTRIおよび継続タイマTVFのカウント値をいずれも0にリセットして当該ルーチンを終了させる。フェール判定フラグFDは、エンジンを始動する毎に1回だけリアO2 センサ18の故障を判別するためのプログラム制御変数であり、ステップS82、S83における判別で一旦リアO2 センサ18が正常であると判定されれば、以後エンジンEが再始動されるまで、リアO2 センサ18は正常に作動していると判断されることになる。

【0038】エンジンEの始動直後では、ステップS82およびS83の判別は、通常いずれも肯定であり、ステップS86に進む。このステップでは、フェール判定フラグFDが値1であるか否かを判別し、前述した通り、ステップS82およびS83のいずれかにおいてセンサ18が正常であると判定された場合を除き、エンジンEの始動直後ではフラグFDは通常、値1に保持されているから、ステップS86の判別結果は肯定となり、図12のステップS88に進む。

【0039】ステップS88では、始動後タイマTAS

により、エンジンEの始動完了時点から所定時間TS（例えば、3分）が経過したか否かを判別する。始動後所定時間TS内に、ステップS82およびS83の故障判別において一度もリアO2 センサ18が正常であると判定されなければ、所定時間TSが経過するまでこのステップS88を繰り返し実行して待機する。なお、上述の所定時間TSは、エンジンEの暖機、およびO2 センサ17、18の活性化に必要、且つ、十分な時間に設定されており、正常なリアO2 センサ18であれば、通常、この所定時間TS内にステップS82およびS83の何れかの判別において正常であると判定される。

【0040】所定時間TSが経過し、なおかつ、リアO2 センサ18が正常であると判定されなかった場合には、ステップS89に進み、暖機が完了したか否かを判別する。この判別は、例えば、水温センサ19が検出するエンジン冷却水温TWが所定温度TWS（例えば、80℃）より高温であるか否かによって判別する。判別結果が否定で、未だエンジンEの暖機が完了していなければ、前述したステップS85を繰り返し実行して暖機が完了するまで待つ。

【0041】暖機が完了してステップS89の判別結果が肯定になると、ステップS90に進み、フラグFFCが値1にセットされているか否か、すなわち、エンジンEがフューエルカット運転中であるか否かを判別する。エンジン始動後一度もフューエルカット運転が実行されなかった場合には、図13のステップS94においてフューエルカット後タイマのカウント値TFCが所定時間TSS（例えば、20秒間）より大であることを確認した後、ステップS95に進むことになる。

【0042】しかしながら、ステップS90においてエンジンEがフューエルカット運転中であることが検出された場合には、ステップS91に進み、エンジンEがフューエルカット運転状態に突入した時点から所定時間Tf（例えば、1秒間）が経過したか否かを判別する。短いフューエルカット運転であれば、触媒コンバータ9において「O2 ストレージ効果」が顕著に現れないので、フューエルカット運転が解除された直後に後述する空燃比リッチ化故障判定を直ちに行なっても差支えない。従って、ステップS91の判別結果が否定の場合には、フューエルカット後タイマTFCを値0にリセットすることなく、前述したステップS85を実行して当該ルーチンを終了する。一方、フューエルカット運転が所定時間Tf以上も継続すると、ステップS91の判別結果が肯定となり、ステップS92に進んでフューエルカット後タイマTFCが値0にリセットされる。そして、エンジンEのフューエルカット運転が継続する限り、ステップS92が繰り返し実行され、その都度、タイマTFCが値0にリセットされ、前述したステップS85に進む。

【0043】エンジンEがフューエルカット運転状態から離脱すると、ステップS90の判別結果が否定にな

り、ステップS94において、フューエルカット後タイマTFCのカウンタ値が所定時間TSSより小であるか否かを判別することになる。フューエルカット運転状態から離脱した時点から前述した所定時間TSS（20秒）が経過するまでは、ステップS94での判別結果が肯定となり、その間、前述したステップS85が繰り返し実行され、後述する空燃比リッチ化故障判定が行なわれないことになる。

【0044】フューエルカット運転後所定時間TSSが経過すると、電子制御装置40はフロントO2センサ17が正常か否かを判別する（ステップS95）。この判別は、前述したメインルーチンでの判定（ステップS20）と同様に、センサの活性化判定および断線等の故障判定が含まれる。ステップS95の判別結果が否定の場合には前述したステップS85を実行し、フロントO2センサ17が活性化するまで待機する。

【0045】フロントO2センサ17が正常状態であり、ステップS95の判別結果が肯定の場合には、ステップS96に進み、今度はエンジンEがエアフローセンサ11が検出するカルマン渦発生周期fで規定される所定運転領域（Aゾーン）以外の運転領域で運転されているか否かを判別する。図15は、上述した所定運転領域（斜線で示すAゾーン）を示し、Aゾーンは、検出されるカルマン渦発生周期fが所定値fs（例えば、100ヘルツ）以下の低吸気空気量領域であり、このような低吸気空気量領域では、後述するリッチ化故障判別を行なっても、応答性が悪く、誤判断の虞がある。従って、ステップS96での判別結果が肯定の場合にはエンジンEがAゾーンから離脱するまで待機することになる。

【0046】ステップS96の判別結果が否定の場合、リッチ化故障判別を行なってもよい条件が整ったことになり、リッチ化フラグFAFを値1にセットする（ステップS98）。このフラグFAFは、メインルーチン（ステップS21、S33）で説明した通り、エンジンEの空燃比を強制的に理論空燃比より燃料過濃側（リッチ側）の値に制御するためのプログラム制御変数である。ステップS98において、フラグFAFに値1を設定することによって、メインルーチンのステップS35またはステップS36において空燃比補正係数KAFが所定値KCLIPまたはKCLIP値より大きい値KAFMに設定されることになり、その間、空燃比が強制的に理論空燃比よりリッチ側の値に保持されることになる。

【0047】次いで、電子制御装置40は、リッチ化タイマTRIによって所定時間TSR（例えば、10秒）が経過したか否かを判別する。このリッチ化タイマTRIは、上述したリッチ化故障判別の実行開始時点からの経過時間を計時するためのもので、所定時間TSRは、リアO2センサ17の故障判別を行なうことであり、且つ、排気ガス特性の悪化を許容することができる最小の時間に設定される。

【0048】所定時間TSRが経過せず、ステップS99の判別結果が否定の場合には、図14のステップS102に進み、フロントO2センサ17の出力値V02Fが所定判別値VF（例えば、0.5V）以下であるか否かを判別する。出力値V02Fが所定判別値VF以下であれば、継続タイマTVFを0にリセットした後（ステップS103）、ステップS104で継続タイマのカウンタ値TVFが所定値TVS（例えば、8秒）より大であるか否かを判別した後、当該ルーチンを終了する。すなわち、フロントO2センサ17の出力値V02Fが所定判別値VFより大になるまで継続タイマTVFを0にリセットして待機するのである。

【0049】フロントO2センサ17の出力値V02Fが所定判別値VFより大になると、エンジンEの空燃比が理論空燃比よりリッチ側の値に設定されたことが確認されたことになり（ステップS102の判別結果が否定）、このような場合には、ステップS103をスキップしてステップS104に進む。すなわち、継続タイマTVFは以後リセットされなくなり、継続タイマTVFのカウントが開始される。そして、排気ガス中の酸素濃度は空燃比のリッチ化によって急激に低下する筈であるから、三元触媒9にストレージされていた酸素も急激に放出され、リアO2センサ18が故障していなければ、その出力値V02Rが上昇して、継続タイマTVFが所定値TVSに到達する前に、前述したステップS82およびS83のいずれかのステップにおいてリアO2センサ18が正常であることが検出されることになる。リアO2センサ18の正常が確認されると、前述したステップS84およびステップS85が実行され、フェール判定フラグFD、空燃比リッチ化フラグFAF等がリセットされることになる。空燃比リッチ化フラグFAFがリセットされると空燃比制御は直ちにフィードバック制御に戻され、斯くして、センサの故障判別のために排ガス特性に及ぼす悪影響も最小限に抑えられる。

【0050】一方、リアO2センサ18が本当に故障している場合には、空燃比をリッチ化してもステップS82およびステップS83においてリアO2センサ18の異常が引続き検出されることになり、やがて継続タイマTVFが上述の所定値TVSに到達し、ステップS104の判別結果は肯定になる。このような場合には、ステップS105が実行され、故障フラグFFが値1にセットされ、リアO2センサ18が故障していることを記憶すると共に、例えば、故障診断装置の所定のアラーム灯を点灯させて警報を発する。これにより、故障箇所が直ちに判別することができる。また、故障フラグFFを値1にセットすることにより、以後、リアO2センサ18の出力値V02RによるフロントO2センサ17の出力判別値VICのフィードバック補正が禁止され（判別値補正ルーチンのステップS44、S45）、判別値VICが異常値に設定されることが防止される。

【0051】そして、ステップS106に進み、フェール判定フラグFDおよび空燃比リッチ化フラグFAFも値0にリセットされ、以後、エンジンEが再始動されるまではリッチ化故障判別は実行されない。また、空燃比リッチ化フラグFAFも値0にリセットされたことにより、空燃比制御もフィードバック制御に戻される。この場合には、リアO₂ センサ18が故障しているので、フロントO₂ センサ17の出力判別値VICを所定値Loに固定し、その判別値を用いてフィードバック制御が実行されることになる。

【0052】なお、リアO₂ センサ18の故障が一旦検出されても、リアO₂ センサ故障判別ルーチンは以後も引続き実行され、ステップS82およびS83の何れかのステップにおける判別結果が否定となると、ステップS84において故障フラグFFがリセットされ、アラームも消灯されて、リアO₂ センサ18の出力値V02RによるフロントO₂ センサ17の出力判別値VICのフィードバック補正が再開されることになる。

【0053】尚、上述の実施例では、フロントO₂ センサ17の出力判別値VICをリアO₂ センサ18の出力値に基づいてフィードバック補正するものを示したが、リアO₂ センサの出力値によって補正されるものは、上述の出力判別値VICに限定されず、フロントO₂ センサ17の出力値が判別値を横切ることに対応して設定される比例補正值や、フロントO₂ センサ出力と判別値との大小関係に応じて時間的に徐々に変化する積分補正值や、フロントO₂ センサ出力が判別値を横切った時点から遅れた時点で比例補正值の変更や積分補正值の増減方向の切替を行なうために設定されるディレー時間であってもよく、更には、フロントO₂ センサ出力に基づく第1のフィードバック補正值と別にリアO₂ センサ出力に基づく第2のフィードバック補正值を求めるものに適用してもよい。

【0054】また、上述の実施例では、リアO₂ センサ18の出力値が、エンジンの始動後所定時間TASに亘って継続した場合にリッチ化故障判別を実行するようにしたが、所定時間TASの始期は、エンジンの始動完了時点でもなくともよく、エンジンの運転中にリアO₂ センサ18の出力値が所定判別値VSより小で、その出力変動が所定値ΔVS以下である状態が前述の所定時間TASに亘って継続したときに実行するようにしてもよい。

【0055】

【発明の効果】以上の説明で明らかなように、本発明の方法によれば、内燃エンジンの所定運転状態時に、触媒コンバータより下流に配設された下流側酸素センサが第1の所定期間に亘って燃料希薄状態を継続したとき、内燃エンジンの空燃比を理論空燃比より燃料過濃側の値に保持するセンサ故障判別期間を設け、このセンサ故障判別期間に、上流側酸素センサの出力値が第2の所定判別値より燃料過濃側の値を示すにも関わらず、依然として

下流側酸素センサが第2の所定期間に亘って上記燃料希薄状態が継続したとき、下流側酸素センサが故障していると判定するようにしたので、内燃エンジンがワイドオープンスロットル（全開加速）運転状態、若しくは高速走行運転状態になくとも、空燃比フィードバック制御運転中において、下流側酸素センサの断線等の故障判別を、正確に行なうことができ、誤判断する確率も少なくなる。また、センサ故障判別期間における空燃比のリッチ化も短時間に設定され、排気ガス特性に及ぼす悪影響も最小限に抑えることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明方法が適用される空燃比制御装置の概略構成図である。

【図2】本発明の酸素センサの故障判別を実行する電子制御装置40の内部構成を示すブロック図である。

【図3】図2に示す電子制御装置40によって実行されるメインルーチンのフローチャートの一部である。

【図4】図3に示すメインルーチンのフローチャートに続く、フローチャートの一部である。

【図5】図4に示すメインルーチンのフローチャートに続く、フローチャートの一部である。

【図6】図4に示すメインルーチンのフローチャートに続く、フローチャートの残部である。

【図7】図2に示す電子制御装置40によって実行される判別値補正ルーチンのフローチャートの一部である。

【図8】図7に示す判別値補正ルーチンのフローチャートに続く、フローチャートの残部である。

【図9】図2に示す電子制御装置40によって実行される積分補正係数演算ルーチンのフローチャートである。

【図10】図2に示す電子制御装置40によって実行されるクランク角割込ルーチンのフローチャートである。

【図11】図2に示す電子制御装置40によって実行されるリアO₂ センサ故障判別ルーチンのフローチャートの一部である。

【図12】図11に示すリアO₂ センサ故障判別ルーチンのフローチャートに続く、フローチャートの一部である。

【図13】図12に示すリアO₂ センサ故障判別ルーチンのフローチャートに続く、フローチャートの一部である。

【図14】図13に示すリアO₂ センサ故障判別ルーチンのフローチャートに続く、フローチャートの残部である。

【図15】リッチ化故障判別が実行される、エンジン運転領域を示すグラフである。

【符号の説明】

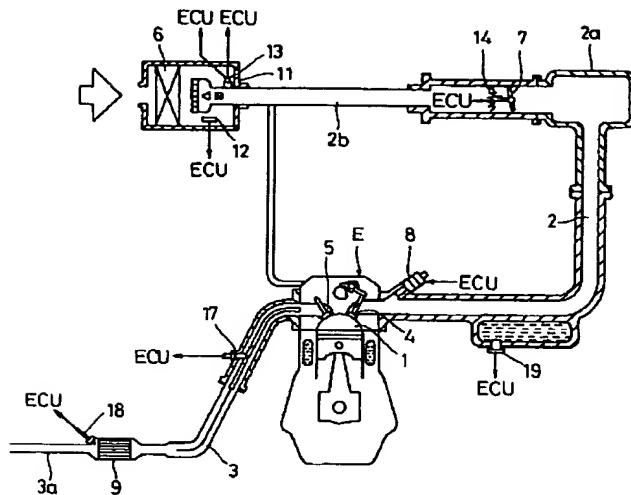
- E 内燃エンジン
- 3 排気マニホールド（排気系）
- 3a 排気管（排気系）
- 8 燃料噴射弁

9 触媒コンバータ (排気ガス浄化装置)

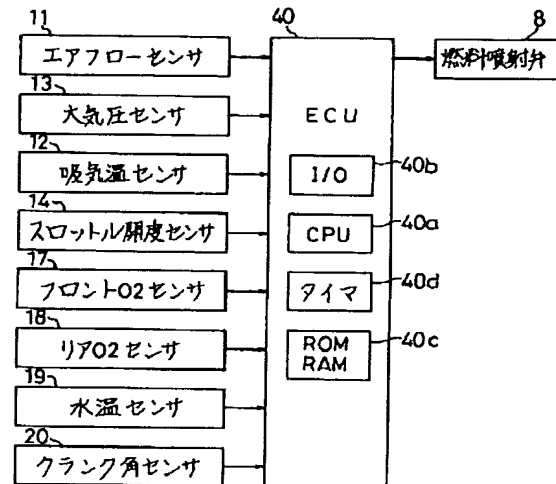
17 フロントO₂ センサ (上流側酸素センサ)18 リアO₂ センサ (下流側酸素センサ)

40 電子制御装置

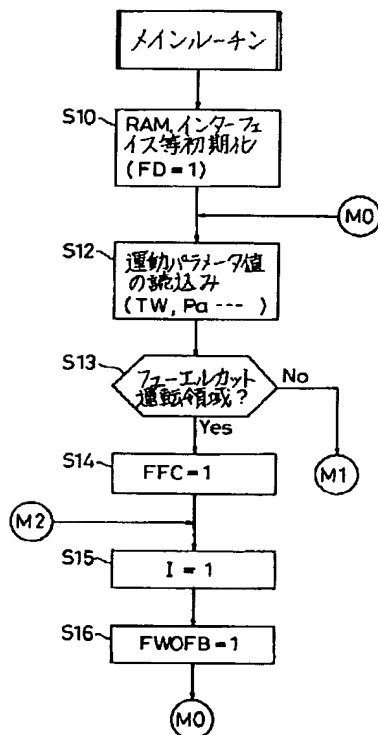
【図 1】



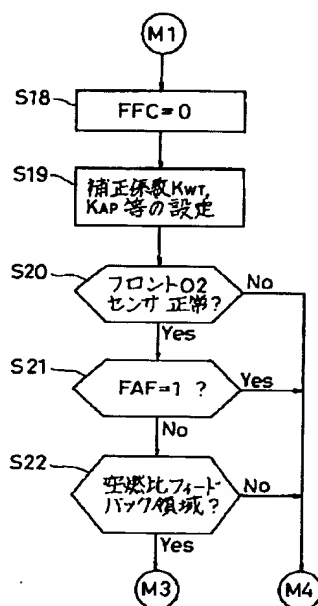
【図 2】



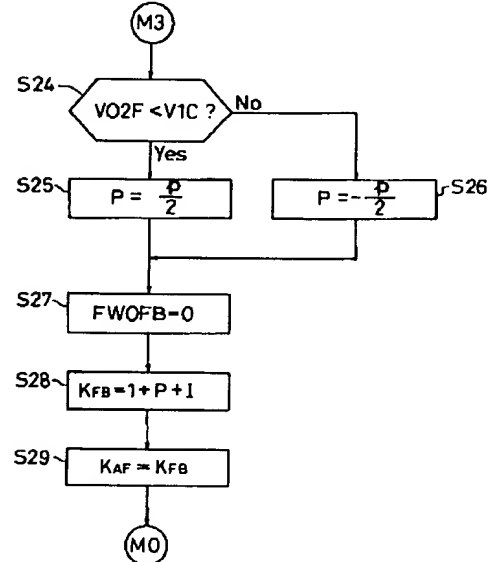
【図 3】



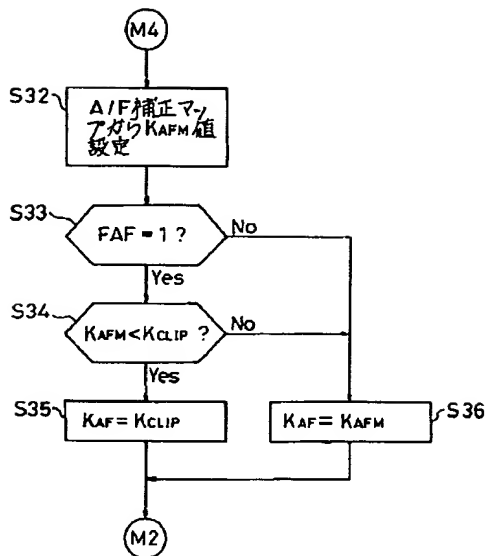
【図 4】



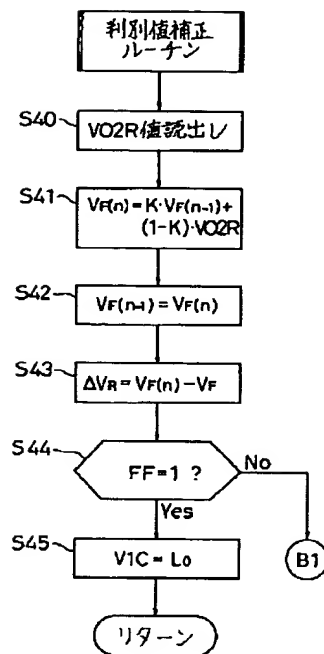
【図 5】



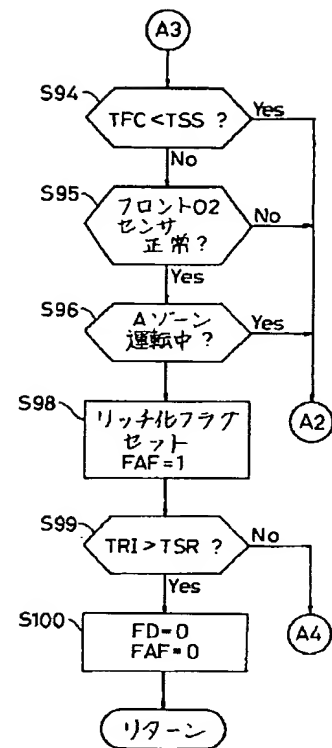
【図6】



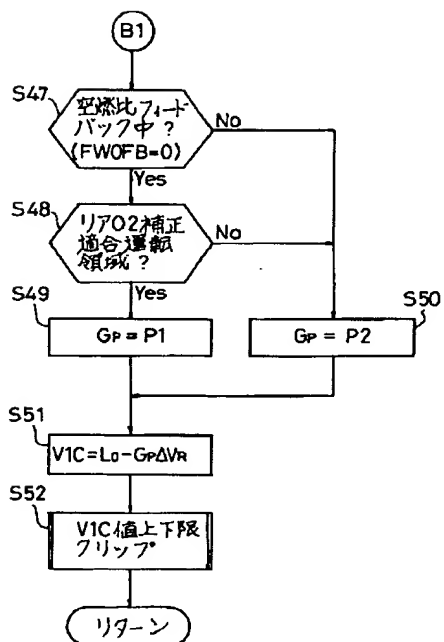
【図7】



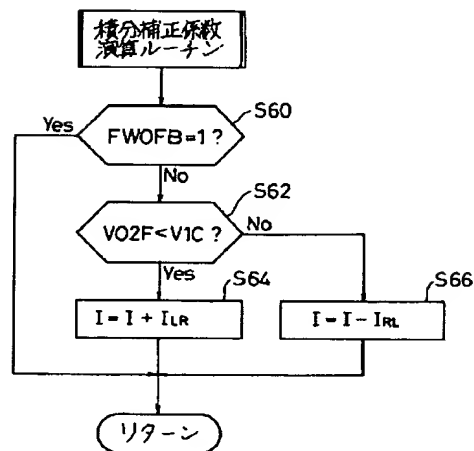
【図13】



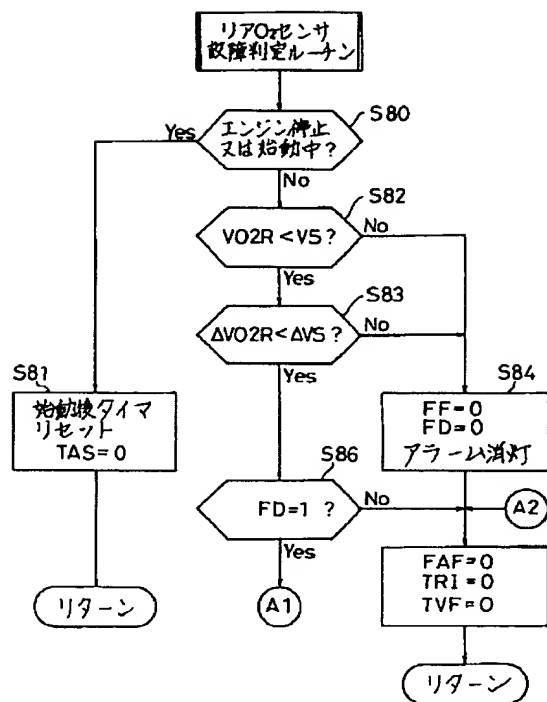
【図8】



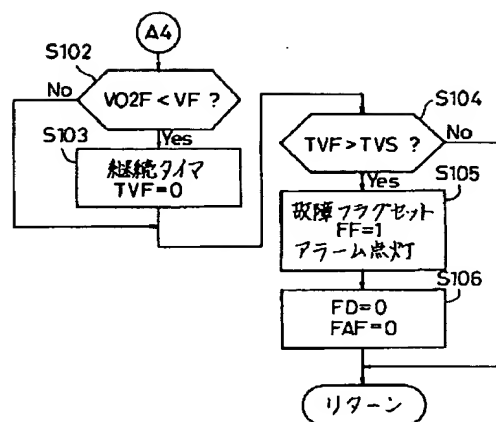
【図9】



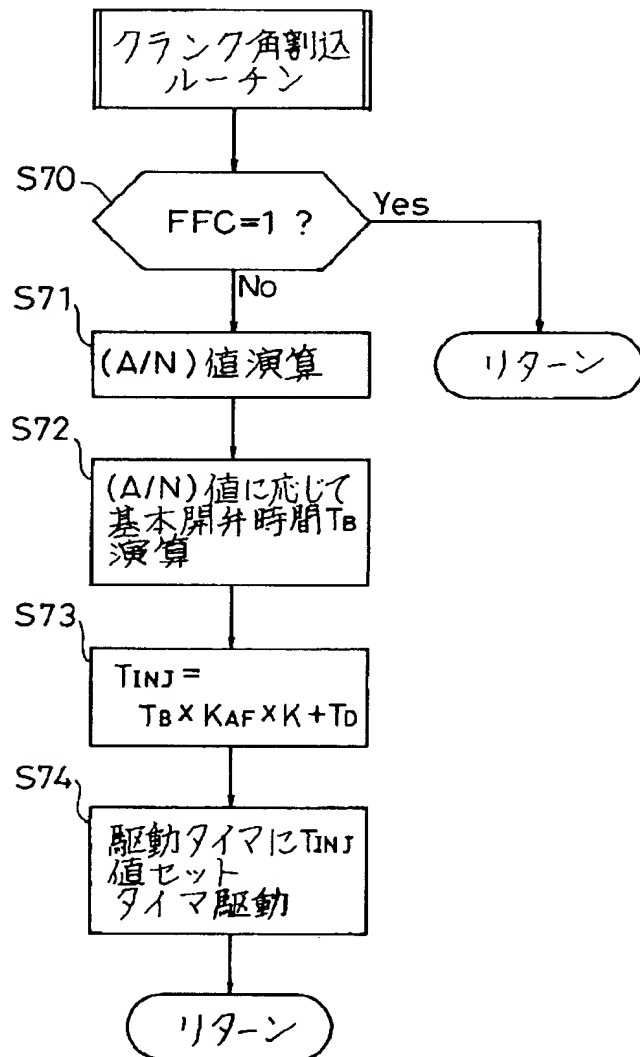
【図 1 1】



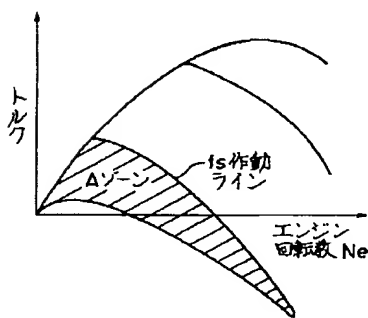
【図 1 4】



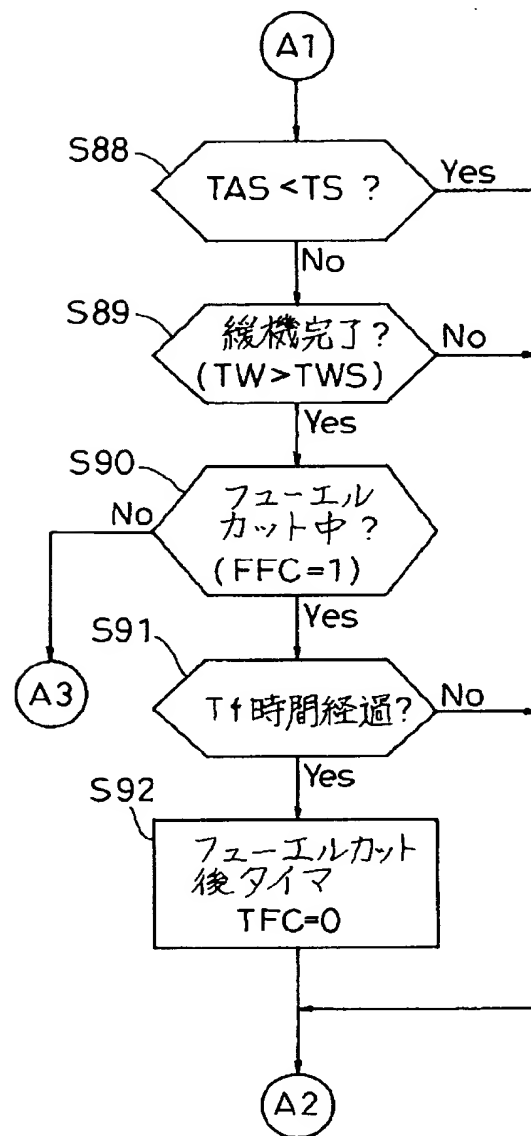
【図 1 0】



【図 1 5】



【図 1 2】



フロントページの続き

(72) 発明者 藤本 高德
兵庫県姫路市千代田町840番地 三菱電
機株式会社 姫路製作所内

(56) 参考文献 特開 昭62-29742 (J P, A)
特開 平5-272384 (J P, A)

(58) 調査した分野(Int. Cl.⁶, D B 名)
F02D 41/00 - 41/40
F02D 45/00